

ROTARY CONTROL MECHANISM FOR SWITCH

Publication number: JP2001297912

Publication date: 2001-10-26

Inventor: KOSHIYAMA TETSUSHI; YAMAZAKI TOSHIHARU; ISHIKAWA YOSHINOBU; MURAKAMI SHIN; TOKUMASU TADASHI

Applicant: TOSHIBA F A SYSTEM ENG; TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- international: H01F7/08; H01H33/40; H01H33/666; H01H51/22; H01F7/08; H01H33/28; H01H33/66; H01H51/22; (IPC1-7): H01F7/08; H01H33/40

- European: H01H33/66D4; H01H51/22E

Application number: JP20000132222 20000501

Priority number(s): JP20000132222 20000501; JP20000033892 20000210

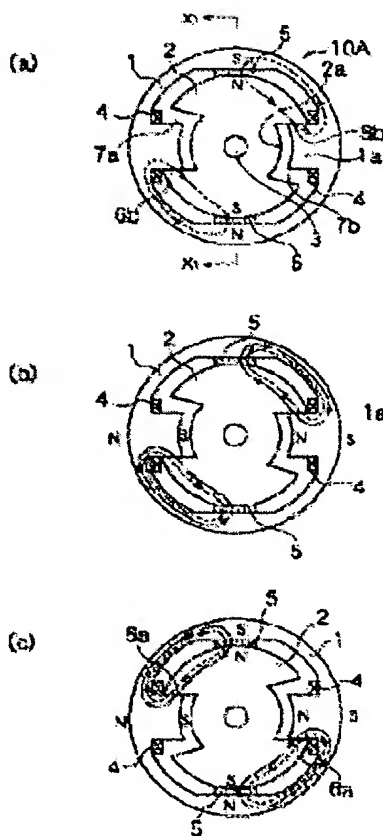
Also published as:

EP1124244 (A2)
EP1124244 (A3)

Report a data error here

Abstract of JP2001297912

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a switch which is widely applied and excellent in bistable characteristics, permanent magnet attraction switching characteristics, and long-stroke open/close controllability. **SOLUTION:** A rotary iron core 2 whose rotation is limited to two positions corresponding to close and open of a switch, spring means accumulating their spring forces depending on the rotation of the core 2, a permanent magnet 5 holding the rotary core 2 at a certain position with its magnetic attraction larger than the spring force, and an electromagnetic coil 4 which makes the magnetic attraction of the permanent magnet 5 smaller than the spring forces of the spring means when the rotary core 2 stays at a certain position and forms a magnetic circuit in the same direction with the permanent magnet 5 when the rotary core 2 is rotated up to the other end.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-297912
(P2001-297912A)

(43) 公開日 平成13年10月26日 (2001. 10. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 F 7/08		H 0 1 F 7/08	B 5 E 0 4 8
H 0 1 H 33/40		H 0 1 H 33/40	E 5 G 0 2 8

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-132222(P2000-132222)
(22) 出願日 平成12年5月1日(2000. 5. 1)
(31) 優先権主張番号 特願2000-33892(P2000-33892)
(32) 優先日 平成12年2月10日(2000. 2. 10)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000220996
東芝エフエーシステムエンジニアリング株式会社
東京都府中市晴見町2丁目24番地の1
(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目1番1号
(72) 発明者 越山 哲志
東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東芝エフエーシステムエンジニアリング株式会社内
(74) 代理人 100083806
弁理士 三好 秀和 (外7名)

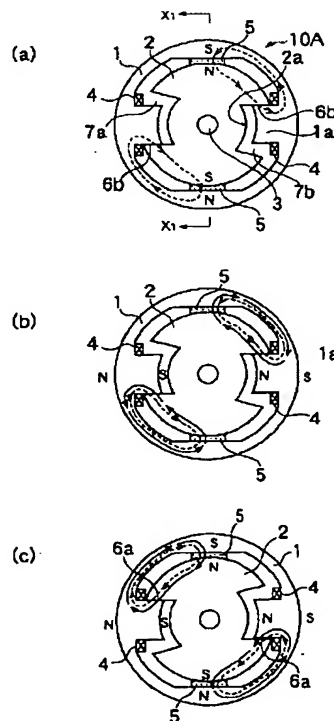
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 開閉器の回転型操作機構

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、広い応用範囲、双安定型特性、永久磁石の吸引力減増切り替え特性、長ストロークの開、閉操作性を得ることを目的とする。

【解決手段】 開閉器の開、閉に対応した両端位置間の範囲のみに回転が制限された回転鉄心2と、回転鉄心2の回転でばね力が蓄積される各ばね手段と、回転鉄心2が両端の各位置まで回転したときばね手段のばね力を超える吸引力で回転鉄心2をその各位置に保持する永久磁石5と、回転鉄心2が一端位置にあるときに永久磁石5の吸引力をばね手段のばね力以下に弱め、回転鉄心2が他端側に回転したときには永久磁石5の磁路と同方向の磁路を形成する電磁コイル4とを有することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固定鉄心と、この固定鉄心に対し開閉器の開、閉に対応した両端位置間の一定範囲のみに回転が制限された回転鉄心と、この回転鉄心の前記両端位置への回転ではね力が蓄積される各ばね手段と、前記回転鉄心が前記両端の各位置まで回転したとき前記固定鉄心及び回転鉄心を通る閉磁路を形成し前記ばね手段のばね力を超える吸引力により前記回転鉄心の前記両端の各位置に保持する永久磁石と、励磁により前記回転鉄心が前記両端のうちの何れか一端位置に保持されているときには前記永久磁石の磁路と逆方向の磁路を形成して前記永久磁石による吸引力を前記ばね手段のばね力以下に弱め、前記回転鉄心が他端位置に回転したときには前記永久磁石の磁路と同方向の磁路を形成する電磁コイルとを有することを特徴とする開閉器の回転型操作機構。

【請求項 2】 前記固定鉄心は、各頂点部に前記永久磁石により相隣る同士間で極性が反転する磁極が形成された偶数個の腕部と前記電磁コイルが巻回された偶数個の腕部とを交互に放射状に形成し、前記回転鉄心は、前記固定鉄心の外周部に略環状に形成してなることを特徴とする請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 3】 前記固定鉄心は略十字型に形成し、前記回転鉄心は前記固定鉄心の外周部に略環状に形成し、前記略十字型の固定鉄心における対向する腕部の各頂点部に前記永久磁石による磁極をそれぞれ反対称に形成し、他の対向する各腕部周りに前記電磁コイルをそれぞれ配置してなることを特徴とする請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 4】 前記回転鉄心は略十字型に形成し、前記固定鉄心は前記回転鉄心の外周部に略環状に形成し、前記略十字型の回転鉄心における対向する腕部の各頂点部に対応した前記固定鉄心側に前記永久磁石による磁極をそれぞれ反対称に形成し、他の対向する各腕部の周囲部に前記電磁コイルをそれぞれ配置してなることを特徴とする請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 5】 前記電磁コイルは、前記開閉器の開路用と閉路用とに対応した各別の電磁コイルとしてなることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 6】 前記固定鉄心は、中央部に前記永久磁石による磁極を持ち、その両側部に前記電磁コイルを設けた鉄心単位を円周状に配置して構成し、前記回転鉄心は、前記固定鉄心の内側に配置してなることを特徴とする請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 7】 前記回転鉄心は、その一端部と他端部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に 2 面で吸着され、前記永久磁石は前記回転鉄心における一端部及び他端部の各回動範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記回転鉄心周りに配置してなることを特徴とする請

10

20

30

40

50

求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 8】 前記回転鉄心は、その一端部と他端部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に 2 面で吸着され、前記永久磁石は前記回転鉄心における一端部及び他端部の各回動範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記各永久磁石が配置された各固定鉄心側部分以外の各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置してなることを特徴とする請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 9】 前記回転鉄心は、その一端部と他端部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に 2 面で吸着され、前記電磁コイルは前記回転鉄心における一端部及び他端部の各回動範囲に対応した各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置し、前記永久磁石は前記各電磁コイルが配置された各固定鉄心部分以外の各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置してなることを特徴とする請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 10】 前記回転鉄心は偶数個の腕部を有し、この各腕部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に偶数個の面で吸着され、前記永久磁石は前記回転鉄心における各腕部の回動範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記回転鉄心における各腕部周りに配置してなることを特徴とする請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 11】 前記回転鉄心は偶数個の腕部を有し、この各腕部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に偶数個の面で吸着され、前記永久磁石は前記回転鉄心における各腕部の回動範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記各永久磁石が配置された各固定鉄心側部分以外の各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置してなることを特徴とする請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 12】 前記回転鉄心は偶数個の腕部を有し、この各腕部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に偶数個の面で吸着され、前記電磁コイルは前記回転鉄心における各腕部の回動範囲に対応した各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置し、前記永久磁石は前記各電磁コイルが配置された各固定鉄心部分以外の各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置してなることを特徴とする請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 13】 前記永久磁石及び電磁コイルによる各磁路は、前記回転鉄心の回転平面上に形成することを特徴とする請求項 1 乃至 12 の何れかに記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 14】 前記回転鉄心と一体で回転する可動体を設けてなることを特徴とする請求項 1 乃至 13 の何れかに記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 15】 前記固定鉄心あるいは回転鉄心の少なくとも何れか一方は、珪素鋼板を当該回転鉄心の回転軸

方向に積層して構成してなることを特徴とする請求項 1 乃至 14 の何れかに記載の開閉器の回転型操作機構。

【請求項 16】珪素鋼板を前記回転鉄心の回転軸方向に積層して構成した前記固定鉄心あるいは回転鉄心と前記電磁コイルとを一体に樹脂モールドして構成してなることを特徴とする請求項 1 乃至 15 の何れかに記載の開閉器の回転型操作機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、遮断器や断路器等の開閉器の回転型操作機構に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、真空遮断器などの開閉器を開閉する操作機構としては、予めモータによってばねにエネルギーを蓄積しておき、機械式キャッチを外してばねのエネルギーを解放して動作を開始させる、いわゆる機械式が主流であった。これに対し、近年、永久磁石と電磁コイルを併用した電磁アクチュエータ方式が遮断器の開閉操作機構として採用されつつある。

【0003】真空遮断器に適用された代表的な電磁アクチュエータ方式の操作機構の構成と動作を図 14 を用いて説明する。同図では 1 相分の真空バルブを駆動する構成を描いてあるが、3 相分を一括して操作する場合も同様である。なお、以下では永久磁石の作る磁路を破線で示し、電磁コイルの作る磁路を実線で示す。図 14

(a) に示したように、固定鉄心 83 の中心部に可動鉄心 84 がその軸方向に直線運動可能に配設され、固定鉄心 83 と可動鉄心 84 の間に半径方向に着磁された永久磁石 85 があり、可動鉄心 84 を取り囲むように 2 個の電磁コイル 86a、86b が配置されている。可動鉄心 84 は可動軸 88 を経由して図示しない真空遮断器の真空バルブに連結されており、その可動鉄心 84 と真空バルブ接点の間には、閉状態で接点に一定の圧縮力を作用させるためにワイプばね 89 が配設されている。

【0004】図 14 (a) は遮断器の遮断状態（電流ゼロ）であり、破線で示した磁路が形成されて可動鉄心 84 が下部吸着面 87a に吸着され、真空遮断器の接点の開状態を維持している。投入電磁コイル 86b が励磁されると、図 14 (b) に示したように、実線の磁路が形成され、破線の磁路に加算される結果、下部吸着面 87a での吸引力が低下し、上部吸着面 87b での吸引力が増す。その結果、可動鉄心 84 は上方に吸引され、接点の投入動作を開始する。図 14 (c) は投入直前の状態であり、この状態では永久磁石 85 の磁路が切り替わり、投入電磁コイル 86b の磁路と磁束が強め合うようになるため、上方への吸引力が永久磁石 85 単体の場合よりも大きくなり、ワイプばね 89 を圧縮しながら投入動作が完了する。投入後は永久磁石 85 の吸引力がばね力以上になるように設計されており、可動鉄心 84 が上部吸着面 87b で吸着して電流ゼロの閉状態を維持す

る。

【0005】図 15 は、上述の投入動作における可動鉄心 84 に作用する吸引力（上方への吸引力を正と表示）とストローク（ギャップ）との関係を示したもので、破線は永久磁石 85 のみでの吸引力、実線は投入電磁コイル 86b を投入方向に励磁した場合の吸引力の合計である。また一点鎖線はワイプばね 89 のばね力で、下方に反発する力を符号を反転して描いたものである。遮断状態は A 点で示され、可動鉄心 84 は下方に吸引されている。投入電磁コイル 86b の励磁によって可動鉄心 84 には合力として上方への吸引力が作用し、ワイプばね 89 の圧縮力以上の吸引力で投入動作が完了し（B 点）、電流ゼロの投入状態では C 点で示す永久磁石 85 の吸引力のみで、D 点で示すばね力に打ち勝って真空バルブの閉状態を維持している。

【0006】遮断動作における磁路の変化は上述した投入動作の磁路の逆であるが、予め圧縮されたばね力によって可動鉄心 84 が下方に加速されるために、高速な遮断動作が可能となる。図 14 では、2 個の電磁コイル 86a、86b を遮断用と投入用に使い分ける例で説明したが、2 個を直列接続として、遮断と投入とで励磁方向を逆転しても同じ動作が可能である。

【0007】この電磁アクチュエータ方式の優れた点は 2 点あり、第 1 の点は「双安定型」と呼ばれる特性で、上述のように、遮断器の「開位置」「閉位置」を永久磁石の吸引力で維持するため特別の固定機構が不要であり、また部品点数が少ないため、機械式に比べて安価で長寿命であるなど大きな長所を持っている。第 2 の点は、永久磁石の吸引力を減じる方向に電磁コイルを励磁して運動を開始した後、運動終点では永久磁石の吸引力を強める方向に磁路が切り替わる点である。この特性のために運動終点近傍にてばねを変形させることができるのである。以下では第 2 の特性を「吸引力の減増切り替え」と呼ぶ。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来の電磁アクチュエータ方式の操作機構では、永久磁石や電磁石の吸引力は磁極間のギャップが大きくなると急激に低下する傾向があり、このため、電磁アクチュエータ方式の操作機構は適用範囲が小さく、開閉するギャップ距離で 20 mm 程度が限界であり、長ストローク化が難しいという問題があった。また、図 14 の構成例では可動鉄心は直線運動を基本としているが、遮断器全体の構成としては、必ずしも操作機構の駆動軸と真空バルブ軸とが直結される場合のみではない。スイッチギヤのレイアウト上、例えば、電磁アクチュエータの操作軸と遮断器の操作軸とを回転レバーで結合して電磁アクチュエータの直線運動を一度回転運動に変換した後、真空バルブを開閉する場合もあり、また接点を回転運動で入り切りする断路器もあり、回転運動が可能な操作機構が望まれていた。

【0009】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、コンパクトで単純な構成で、回転運動により接点の開、閉を行うことが可能な広い応用範囲、双安定型特性、永久磁石の吸引力減増切り替え特性、長ストロークの開、閉操作性、高信頼性、省電力性、高速応答性及び大きな保持力を持つ開閉器の回転型操作機構を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、固定鉄心と、この固定鉄心に対し開閉器の開、閉に対応した両端位置間の一定範囲のみに回転が制限された回転鉄心と、この回転鉄心の前記両端位置への回転でばね力が蓄積される各ばね手段と、前記回転鉄心が前記両端の各位置まで回転したとき前記固定鉄心及び回転鉄心を通る閉磁路を形成し前記ばね手段のばね力を超える吸引力により前記回転鉄心を前記両端の各位置に保持する永久磁石と、励磁により前記回転鉄心が前記両端のうちの何れか一端位置に保持されているときには前記永久磁石の磁路と逆方向の磁路を形成して前記永久磁石による吸引力を前記ばね手段のばね力以下に弱め、前記回転鉄心が他端位置に回転したときには前記永久磁石の磁路と同方向の磁路を形成する電磁コイルとを有することを要旨とする。この構成により、回転鉄心の両端位置への回転を開閉器の開、閉に対応させることで、回転運動で接点の開、閉を行う断路器等にも適用することが可能となる。また、この両端位置では、永久磁石の吸引力のみで開位置あるいは閉位置が保持される双安定型特性が得られる。ばね手段には、回転鉄心の回転エネルギーがばね力に変換されて蓄積される。これにより、動作終端での回転鉄心と固定鉄心との衝突を避けることが可能となり、かつ蓄積されたばね力は次の回転起動時の駆動力として利用される。即ち、動作開始時点で電磁コイルを励磁することで、その磁束が永久磁石の磁力を弱める方向に作用し、ばね力で回転鉄心の回転が起動する。電磁コイルの磁束は、回転鉄心の動作終端近くでは逆に永久磁石の磁力を強める方向に作用してばね手段の圧縮を助ける。この電磁コイルによる永久磁石の吸引力減増特性と回転鉄心のフライホイール効果とで長ストロークの開、閉操作が可能となる。

【0011】請求項2記載の発明は、上記請求項1記載の開閉器の回転型操作機構において、前記固定鉄心は、各頂点部に前記永久磁石により相隣る同士間で極性が反転する磁極が形成された偶数個の腕部と前記電磁コイルが巻回された偶数個の腕部とを交互に放射状に形成し、前記回転鉄心は、前記固定鉄心の外周部に略環状に形成してなることを要旨とする。この構成により、上記請求項1記載の発明の作用と略同様な作用に加えて、さらに回転角が小さく大容量の回転トルクが必要な開閉器に好適な操作機構が得られる。

【0012】請求項3記載の発明は、上記請求項1記載

の開閉器の回転型操作機構において、前記固定鉄心は略十字型に形成し、前記回転鉄心は前記固定鉄心の外周部に略環状に形成し、前記略十字型の固定鉄心における対向する腕部の各頂点部に前記永久磁石による磁極をそれぞれ反対称に形成し、他の対向する各腕部周りに前記電磁コイルをそれぞれ配置してなることを要旨とする。この構成により、上記請求項1記載の発明の作用と略同様な作用に加えて、さらに全体としてコンパクトで単純な構成の操作機構を実現することが可能となる。

【0013】請求項4記載の発明は、上記請求項1記載の開閉器の回転型操作機構において、前記回転鉄心は略十字型に形成し、前記固定鉄心は前記回転鉄心の外周部に略環状に形成し、前記略十字型の回転鉄心における対向する腕部の各頂点部に対応した前記固定鉄心側に前記永久磁石による磁極をそれぞれ反対称に形成し、他の対向する各腕部の周囲部に前記電磁コイルをそれぞれ配置してなることを要旨とする。この構成により、上記請求項3記載の発明の作用と略同様な作用が得られる。

【0014】請求項5記載の発明は、上記請求項3又は4記載の開閉器の回転型操作機構において、前記電磁コイルは、前記開閉器の開路用と閉路用とに対応した各別の電磁コイルとしてなることを要旨とする。この構成により、投入直後の遮断動作に対応することができ、高速動作の必要な遮断器に適した操作機構を実現することが可能となる。

【0015】請求項6記載の発明は、上記請求項1記載の開閉器の回転型操作機構において、前記固定鉄心は、中央部に前記永久磁石による磁極を持ち、その両側部に前記電磁コイルを設けた鉄心単位を円周状に配置して構成し、前記回転鉄心は、前記固定鉄心の内側に配置してなることを要旨とする。この構成により、上記請求項1記載の発明の作用と略同様な作用に加えて、さらに固定鉄心の両側部に設けた電磁コイルを開閉器の遮断用と投入用とに使い分けることで、投入直後の遮断動作に対応することができ、高速動作の必要な遮断器に適した操作機構を実現することが可能となる。

【0016】請求項7記載の発明は、上記請求項1記載の開閉器の回転型操作機構において、前記回転鉄心は、その一端部と他端部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に2面で吸着され、前記永久磁石は前記回転鉄心における一端部及び他端部の各回動範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記回転鉄心周りに配置してなることを要旨とする。この構成により、上記請求項1記載の発明の作用と略同様な作用に加えて、さらに開閉器の開、閉に対応した回転鉄心の回転両端位置において、その回転鉄心が固定鉄心に2面で吸着されることで吸着力が倍になり、大きな保持力が得られる。

【0017】請求項8記載の発明は、上記請求項1記載の開閉器の回転型操作機構において、前記回転鉄心は、

その一端部と他端部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に 2 面で吸着され、前記永久磁石は前記回転鉄心における一端部及び他端部の各回動範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記各永久磁石が配置された各固定鉄心側部分以外の各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置してなることを要旨とする。この構成により、上記請求項 7 記載の発明の作用と略同様な作用に加えて、さらに電磁コイルの配置スペースの自由度を大きくすることが可能となる。

【0018】請求項 9 記載の発明は、上記請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構において、前記回転鉄心は、その一端部と他端部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に 2 面で吸着され、前記電磁コイルは前記回転鉄心における一端部及び他端部の各回動範囲に対応した各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置し、前記永久磁石は前記各電磁コイルが配置された各固定鉄心部分以外の各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置してなることを要旨とする。この構成により、上記請求項 7 記載の発明の作用と略同様な作用に加えて、さら

に電磁コイルに比べて一般に小形の永久磁石を、回転鉄心の回動範囲以外の固定鉄心側部分に配置することで回転角度の大きな操作機構を実現することが可能となる。

【0019】請求項 10 記載の発明は、上記請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構において、前記回転鉄心は偶数個の腕部を有し、この各腕部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に偶数個の面で吸着され、前記永久磁石は前記回転鉄心における各腕部の回動範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記回転鉄心における各腕部周りに配置してなることを要旨とする。この構成により、上記請求項 7 記載の発明の作用と略同様な作用に加えて、さらに回転角が小さく大容量の回転トルクが必要な開閉器に好適な操作機構が得られる。

【0020】請求項 11 記載の発明は、上記請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構において、前記回転鉄心は偶数個の腕部を有し、この各腕部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に偶数個の面で吸着され、前記永久磁石は前記回転鉄心における各腕部の回動範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記各永久磁石が配置された各固定鉄心側部分以外の各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置してなることを要旨とする。この構成により、上記請求項 10 記載の発明の作用と略同様な作用に加えて、さらに電磁コイルの配置スペースの自由度を大きくすることが可能となる。

【0021】請求項 12 記載の発明は、上記請求項 1 記載の開閉器の回転型操作機構において、前記回転鉄心は偶数個の腕部を有し、この各腕部が前記一定範囲を回動して前記固定鉄心に偶数個の面で吸着され、前記電磁コ

イルは前記回転鉄心における各腕部の回動範囲に対応した各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置し、前記永久磁石は前記各電磁コイルが配置された各固定鉄心部分以外の各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置してなることを要旨とする。この構成により、上記請求項 10 記載の発明の作用と略同様な作用に加えて、さらに電磁コイルに比べて一般に小形の永久磁石を、回転鉄心の回動範囲以外の固定鉄心側部分に配置することで回転角度の大きな操作機構を実現することが可能となる。

【0022】請求項 13 記載の発明は、上記請求項 1 乃至 12 の何れかに記載の開閉器の回転型操作機構において、前記永久磁石及び電磁コイルによる各磁路は、前記回転鉄心の回転平面上に形成することを要旨とする。この構成により、操作機構全体として薄型に設計することが可能となり、全体構成の省スペース化が可能となる。

【0023】請求項 14 記載の発明は、上記請求項 1 乃至 13 の何れかに記載の開閉器の回転型操作機構において、前記回転鉄心と一体で回転する可動体を設けてなることを要旨とする。この構成により、回転鉄心は最適の磁路構成となることを優先して設計するのが基本であるため、それだけではフライホイール効果を発揮させるための慣性モーメントが不足する場合がある。このような場合に、回転鉄心と一体で回転する可動体による十分な慣性モーメントで確実に摩擦力に打ち勝つフライホイール効果が得られて長ストロークの開、閉操作が可能となる。

【0024】請求項 15 記載の発明は、上記請求項 1 乃至 14 の何れかに記載の開閉器の回転型操作機構において、前記固定鉄心あるいは回転鉄心の少なくとも何れか一方は、珪素鋼板を当該回転鉄心の回転軸方向に積層して構成してなることを要旨とする。この構成により、渦電流が低減して、永久磁石や電磁コイルによる吸引力が増加する。

【0025】請求項 16 記載の発明は、上記請求項 1 乃至 15 の何れかに記載の開閉器の回転型操作機構において、珪素鋼板を前記回転鉄心の回転軸方向に積層して構成した前記固定鉄心あるいは回転鉄心と前記電磁コイルとを一体に樹脂モールドして構成してなることを要旨とする。この構成により、製造工程が短縮されるとともに、電磁コイル自体が回転する構成にしても損傷のおそれがなく、高信頼性でコンパクトな操作機構が実現される。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0027】図 1 乃至図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態を示す図である。図 1 の (a), (b), (c) は磁気回路の構成を説明するためのものでケーシングを取り外した状態の回転型操作機構の側面図、図 2 はケーシ

グを含めた図1(a)のX₁-X₁線相当の断面図、図3は本回転型操作機構を遮断器に適用する場合の回転型操作機構と遮断器の可動軸との係合形態を示すもので、図2のY₁矢印方向からみた図である。

【0028】まず、回転型操作機構10Aの構成を説明する。図1(a)に示すように、外周部分に固定鉄心1が配置され、その内側に2箇所の切り欠き部2aを持つ回転鉄心2が、シャフト3に取り付けられて配置されている。固定鉄心1は円周方向2箇所に突起部分1aが内側に対向して形成されており、この各突起部分1aの周りに電磁コイル4が配置されている。回転鉄心2は、固定鉄心1の突起部分1aと回転鉄心2の切り欠き部2aとの係合により一定角度範囲のみに回転が制限されている。また、両突起部分1aを結ぶ線に対し略直交する方向の(図では上下位置)固定鉄心1側に回転鉄心2との間に僅かな空隙を設けられて永久磁石5が2個配置され、固定鉄心1側に磁極を形成している。この磁極は図示のように、回転型操作機構10Aの回転中心に対して(図では上下で)対称な構成になっている。図2に示すように、回転鉄心2はシャフト3に固定されており、固定鉄心1は非磁性体製のケーシング8により保持され、このケーシング8部分にシャフト3が回転可能に保持されている。シャフト3の先端部分にはレバー9が固定されており、このレバー9を介して回転力を開閉装置に伝達する。図3に示すように、レバー9と遮断器の可動軸13は連結ピン14で連結されている。遮断器の可動軸13は上下方向に図中に示した可動範囲内で運動が可能で、可動軸13側のフランジ部分13aとケーシング8に固定された台座15との間にばね(ばね手段)16が設けられており、遮断動作の終点近くでフランジ部分13aがばね16を圧縮する構成になっている。この可動軸13の上方には図示しない真空バルブが連結され、投入状態では図示しないワイプばね(ばね手段)を圧縮して遮断器接点の投入状態を維持する。

【0029】次に、上述のように構成された回転型操作機構10Aの作用を説明する。図1(a)は、回転鉄心2が回転可能範囲の一端に吸引されている状態であり、これを遮断器の投入状態とする。この状態での磁気回路状態は図に破線で示すようになっており、上部の磁極からの磁路は、左側のギャップ7aによる磁気抵抗が大きい

ため、図示したように右側に回り、下側の磁極からの磁路は右側のギャップ7bの磁気抵抗が大きい

ため、図示したように左側に回り、それぞれ閉じた磁気回路を構成して回転鉄心2を吸着面6bで時計回りに吸引し、前述のワイプばねをシャフト3を介して圧縮している。

【0030】図1(b)は、遮断動作開始時の状態であり、固定鉄心1の突起部分1aが図示した磁極となる方向に電磁コイル4を励磁する。すると、図の左側の電磁コイル4による磁路は、磁気抵抗の小さい下方に実線で記した方向に回り込む磁気回路を形成し、右側の電磁コ

イル4による磁路は、磁気抵抗の小さい上方に実線で記した方向に回り込む磁気回路を形成する結果、永久磁石5の磁束を弱める方向に作用する。この結果、吸着面6bでの回転鉄心2に作用する吸引トルクが低下し、ワイプばねの反力によるトルク以下になると、回転鉄心2は反時計回りに回転を始め、遮断動作を開始する。回転途中では磁気による吸引トルクは低下するが、回転鉄心2のフライホイール効果により、途中の摩擦力に打ち勝って回転範囲の終端に向かって回転運動が継続される。

【0031】図1(c)は、遮断動作完了直前の状態であり、この状態では回転鉄心2の回転により永久磁石5の作る磁気回路は、図1(a)で示したのから切り替わっている。電磁コイル4の作る磁気回路も同様に切り替わるが、図1(c)の状態では破線の磁束と実線の磁束が強め合う方向に作用し合い、その結果、回転範囲の終端では反時計回りの回転トルクが増加する。そして、回転鉄心2の回転エネルギーが加わる結果、レバー9上方に設けられたばね16を圧縮して、遮断動作が完了する。この状態では永久磁石5単独での反時計回りの回転トルクがばね16の反力によるトルクを上回るように設計しており、永久磁石5単独での吸引力で回転鉄心2が吸着面6aで吸着され、遮断状態が維持される。なお、投入動作の場合は、電磁コイル4への励磁方向を逆転させることにより、上記の逆の動作として実現される。

【0032】本実施の形態の効果を説明する。上述した動作における回転鉄心2に作用する回転トルクと回転角の関係は、図15に示したものと同様であり、回転範囲の両側では永久磁石5のみの磁力で開位置あるいは閉位置が保持される双安定型になっている。また、動作開始時点で永久磁石5の磁力を弱める方向に励磁された電磁コイル4の磁束は、動作の終点近くでは逆に永久磁石5の磁力を強める方向に作用する吸引力減増特性を持ち、終点近くでのばね16の圧縮を助ける作用をする。非常に簡単な構成ながら、この磁気特性と回転鉄心2のフライホイール効果とで、長ストロークの駆動が可能であり、また、終点近くでは、ばね16を変形させて運動エネルギーの一部を次の動作に蓄積するとともに、固定鉄心1と回転鉄心2の吸着面での衝突を緩和する。これにより、励磁電流を小さく抑制することができるとともに、固定鉄心1と回転鉄心2との衝突による部品の損傷を軽減して信頼性の高い回転型操作機構を実現することができる。

【0033】なお、本実施の形態では全ての磁路を回転平面上に構成してあるため機構全体を薄型に設計することが可能であるとともに、図2に示したように、回転鉄心2あるいは固定鉄心1を珪素鋼板17を回転軸方向に積層して構成すれば、渦電流による影響が低減されてより高速応答が可能な操作機構が実現できる。また、本実施の形態では、ケーシング8の外側にばね16を配置する構成で説明したが、渦巻きばねのような形態で、ケー

シング 8 の内部に配置する構成も可能である。

【0034】図 4 の (a), (b), (c) には、本発明の第 2 の実施の形態を示す。なお、回転型操作機構全体の基本構成は前記第 1 の実施の形態と略同様であるので、本実施の形態以降第 5 の実施の形態では、固定鉄心、回転鉄心、永久磁石及び電磁コイルのみの構成で、磁気回路とその作用、効果を説明する。

【0035】まず、回転型操作機構 10B の構成を説明する。図 4 (a) において、略十字型の固定鉄心 11 が回転型操作機構 10B の中心部に配置され、外周部に 2 箇所の切り欠き部 12a を持つ回転鉄心 12 が配置されている。固定鉄心 11 における 4 頂点のうち、相対する 2 頂点部分に永久磁石 5 による磁極を有しており、それらは図示したように、回転中心に対して反対称に構成されている。また磁極部分と外側の回転鉄心 12 部分とは微少な空隙が設けられている。回転鉄心 12 は切り欠き部 12a で固定鉄心 11 と係合し、一定角度範囲で回転可能に運動が制限されている。また固定鉄心 11 の磁極を持たない側の 2 本の腕部 11a 周りには電磁コイル 4 が配置されている。

【0036】次に、上述のように構成された回転型操作機構 10B の作用を説明する。図 4 (a) を投入状態とすると、切り欠き部 12a の磁気抵抗が大きいので、図に破線で示す永久磁石 5 の磁気回路が形成され、回転鉄心 12 は時計回りに吸引されている。次に、図 4 (b) に示すように、固定鉄心 11 の腕部 11a 部分を図示した磁極となる方向に電磁コイル 4 を励磁すると、電磁コイル 4 による磁路は、磁気抵抗の小さい側に、実線で記した方向に回り込む磁気回路を形成し、永久磁石 5 の磁束を弱める方向に作用する。この結果、吸着面 6b での回転鉄心 12 に作用する吸引トルクが低下し、ワイプばねの反力によるトルク以下になると、回転鉄心 12 は反時計回りに回転を始め、遮断動作を開始する。回転途中では磁気による吸引トルクは低下するが、回転鉄心 12 のフライホイール効果により、途中の摩擦力に打ち勝って回転範囲の終端に向かって回転運動が継続される。

【0037】図 4 (c) は、遮断動作完了直前の状態であり、この状態では回転鉄心 12 の回転により永久磁石 5 の作る磁気回路は、図 4 (a) で示したものと切り替わっている。電磁コイル 4 の作る磁気回路も同様に切り替わるが、図 4 (c) の状態では破線の磁束と実線の磁束が強め合う方向に作用し合い、その結果、回転範囲の終端では反時計回りの回転トルクが増加する。そして、回転鉄心 12 の持つ回転エネルギーが加わる結果、操作機構外部に設けられたばねを圧縮して、遮断動作が完了する。この状態では永久磁石 5 単独での反時計回りの回転トルクがばねの反力によるトルクを上回るように設計してあり、永久磁石 5 単独の吸引力で回転鉄心 12 が吸着面 6a で吸着され、遮断状態が維持される。なお、投入動作の場合は、電磁コイル 4 への励磁方向を逆転さ

せることにより、上記の逆の動作として実現される。

【0038】本実施の形態の効果を説明する。本実施の形態は、基本的には前記第 1 の実施の形態の固定鉄心と回転鉄心の配置を内外で逆にした構成であり、非常に簡単な構成ながら、双安定型で、吸引力減増特性を持つ長ストロークの操作機構を実現する作用と効果は基本的には第 1 の実施の形態と変わらない。ただし、電磁コイル 4 の配置スペースを大きくとれる利点があるため、全体をコンパクトに設計することができる。本実施の形態では、電磁コイル 4 をそれぞれ 1 個ずつ設ける構成を説明したが、固定鉄心 11 の 1 本の腕部 11a の周りに電磁コイルを 2 個ずつ合計 4 個配置し、遮断用と投入用とに電磁コイルを使い分けることも可能である。遮断用と投入用とで別々の電磁コイルを用いると、投入直後の遮断動作（いわゆる C-O 動作）を実現するための制御が容易になるため、高速応答の必要な遮断器に適した、安価で信頼性の高い操作機構を実現することができる。

【0039】図 5 の (a), (b), (c) には、本発明の第 3 の実施の形態を示す。まず、回転型操作機構 10C の構成を説明する。図 5 (a) において、略十字型の回転鉄心 22 が回転型操作機構 10C の中心部に配置され、外周部に 2 箇所の切り欠き部 21a を持つ固定鉄心 21 が配置されている。回転鉄心 22 における 4 頂点のうち、相対する 2 頂点部分の固定鉄心 21 には永久磁石 5 による磁極を有しており、それらは図示したように、回転中心に対して反対称に構成されている。回転鉄心 22 の磁極を持たない側の 2 本の腕部 22a は固定鉄心 21 の切り欠き部 21a の端部と係合し、一定角度範囲で回転可能に運動が制限されている。また、回転鉄心 22 の磁極を持たない側の 2 本の腕部 22a 周りには電磁コイル 4 が配置されている。ここで、電磁コイル 4 は回転鉄心 22 が回転できる範囲分の空隙を設けて図示しないケーシングに固定されている。

【0040】次に、上述のように構成された回転型操作機構 10C の作用を説明する。本実施の形態の構成は上記第 2 の実施の形態を基に、内側の略十字型鉄心を回転鉄心 22 としたものであり、磁気回路構成とその作用は第 2 の実施の形態と略同様である。

【0041】本実施の形態の効果を説明する。本実施の形態は、前記第 2 の実施の形態と同様に、非常に簡単な構成ながら、双安定型で、吸引力減増特性を持つ長ストロークの操作機構を実現できる。電磁コイル 4 の配置スペースを大きくとれる利点があるため、全体をコンパクトに設計することができる。本実施の形態では、電磁コイル 4 が固定側に配置されているため、回転動作の衝撃による劣化が生じ難い利点があり、信頼性の高い操作機構を実現することができる。なお、回転速度が低速の仕様であれば、上述のように回転鉄心 22 と電磁コイル 4 の間に空隙を設けず、回転鉄心 22 に電磁コイル 4 を固定して一体に回転できる構成とすることができる。回転

鉄心 22 を珪素鋼板を積層して構成する場合は、積層体の一体性を高めるため樹脂モールドを行うが、このとき電磁コイル 4 も回転鉄心 22 と一体に樹脂モールドすることが可能である。この構成とすれば、製造工程が短縮されるとともに、かつ一体成形であるから、電磁コイル 4 自体が回転することにより損傷が全く無い、非常に信頼性の高い、コンパクトな操作機構を実現することができる。

【0042】図 6 の (a), (b), (c) には、本発明の第 4 の実施の形態を示す。本実施の形態は、前記第 2 の実施の形態において固定鉄心の磁極数を増加させたものである。

【0043】まず、回転型操作機構 10D の構成を説明する。図 6 (a) において、8 本の腕部 31a を持つ固定鉄心 31 が回転型操作機構 10D の中心部に配置され、外周部には 4 箇所の切り欠き部 32a を持つ回転鉄心 32 が配置されている。固定鉄心 31 における 8 頂点のうち、相対する 4 頂点部分に永久磁石 5 による磁極を有しており、それらは図示したように、回転中心に対して 1 個毎に極性が反転する構成になっている。回転鉄心 32 は切り欠き部 32a の端部と固定鉄心 31 の 4 本の腕部 31a で係合し、一定角度範囲で回転可能に運動が制限されている。また固定鉄心 31 の磁極を持たない側の 4 本の腕部 31a 周りには電磁コイル 4 が配置されている。

【0044】次に、上述のように構成された回転型操作機構 10D の作用を説明する。図 6 (a) を投入状態とすると、切り欠き部 32a の磁気抵抗が大きいため、図に破線で示す永久磁石 5 の磁気回路が形成され、回転鉄心 32 は時計回りに吸引されている。次に、図 6 (b) に示すように、固定鉄心 31 の腕部 31a 部分が図示した磁極となる方向に電磁コイル 4 を励磁すると、電磁コイル 4 による磁路は、磁気抵抗の小さい側に、実線で記した方向に回り込む磁気回路を形成し、永久磁石 5 の磁束を弱める方向に作用する。この結果、吸着面での回転鉄心 32 に作用する吸引トルクが低下し、ワイプばねの反力によるトルク以下になると、回転鉄心 32 は反時計回りに回転を始め、遮断動作を開始する。回転途中では磁気による吸引トルクは低下するが、回転鉄心 32 のフライホイール効果により、途中の摩擦力に打ち勝って回転範囲の終端に向かって回転運動が継続される。

【0045】図 6 (c) は、遮断動作完了直前の状態であり、この状態では回転鉄心 32 の回転により永久磁石 5 の作る磁気回路は、図 6 (a) で示したもののから切り替わっている。電磁コイル 4 の作る磁気回路も同様に切り替わるが、図 6 (c) の状態では破線の磁束と実線の磁束が強め合う方向に作用し合い、その結、回転範囲の終端では反時計回りの回転トルクが増加する。そして、回転鉄心 32 の持つ回転エネルギーが加わる結果、操作機構外部に設けられたばねを圧縮して、遮断動作が完了す

る。この状態では永久磁石 5 単独での反時計回りの回転トルクがばねの反力によるトルクを上回るように設計しており、電磁コイル 4 への励磁を中止しても遮断状態が維持される。なお、投入動作の場合は、電磁コイル 4 への励磁方向を逆転させることにより、上記の逆の動作として実現される。

【0046】本実施の形態の効果を説明する。本実施の形態は、基本的には前記第 2 の実施の形態の固定鉄心と回転鉄心の極数を 4 にした構成であり、より一般的には磁極数が偶数個で、1 個ずつ、回転中心に対して磁極構成を反転する構成とすることにより、双安定型で、吸引力減増特性を持つ長ストロークの操作機構を実現することができる。本実施の形態の磁極数を増加する構成は、回転角が小さく大容量の回転トルクが必要な場合に適しており、安価な小容量の永久磁石を多数配置して製造できるために、回転型操作機構全体を安価に製造できる。なお、第 1 の実施の形態を基本にして、回転鉄心を内側に配置して、偶数個の磁極を反転させながら円周方向に配置しても同様な効果が得られる。

【0047】図 7 の (a), (b), (c) には、本発明の第 5 の実施の形態を示す。まず、回転型操作機構 10E の構成を説明する。図 7 (a) において、中心部に永久磁石 5 による磁極を有し、その両側に投入用と遮断用の電磁コイル 4a, 4b を配置した鉄心単位 41A, 41B が 2 個、外周部に配置されて固定鉄心 41 が構成されている。その内側に 2 箇所の突起部 42a を持つ回転鉄心 42 が配置され、固定鉄心単位 41A, 41B の端部と突起部 42a とが係合して、一定角度範囲で回転可能に運動が制限されている。回転鉄心 42 は 2 箇所の突起部 42a の略中心位置を通るように回転軸方向に深い溝 42b を有している。本実施の形態では磁極数は任意に構成できるが、以下では図示したように、左右対称な 2 磁極構成として説明する。

【0048】次に、上述のように構成された回転型操作機構 10E の作用を説明する。図 7 (a) を投入状態とする。回転鉄心 42 に設けられた溝 42b の磁気抵抗により、図に破線で示す相互に干渉しない永久磁石 5 の磁路が形成され、回転鉄心 42 は吸着面 6b で時計回りに吸引されている。次に、図 7 (b) に示すように、固定鉄心 41 を図示した磁極となる方向に遮断用電磁コイル 4a を励磁すると、遮断用電磁コイル 4a による磁路は、磁気抵抗の小さい側に、実線で記した方向に回り込む磁気回路を形成し、永久磁石 5 による吸着面 6b での磁束を弱め、反吸引側での磁束を強める方向に作用する。この結果、回転鉄心 42 には反時計回りの回転トルクが作用し、吸引トルクは低下する。吸引トルクがワイプばねの反力による反時計回りのトルク以下になると、回転鉄心 42 は反時計回りに回転を始め、遮断動作を開始する。回転途中では磁気による吸引トルクは低下するが、回転鉄心 42 のフライホイール効果により、途中の

摩擦力に打ち勝って回転範囲の終端に向かって回転運動が継続される。

【0049】図7(c)は、遮断動作完了直前の状態であり、この状態では回転鉄心42の回転により永久磁石5の作る磁気回路は、図7(a)で示したもののから切り替わっている。電磁コイル4aの作る磁気回路も同様に切り替わるが、図7(c)の状態では破線の磁束と実線の磁束が強め合う方向に作用し合い、その結果、回転範囲の終端では反時計回りの回転トルクが増加する。そして、回転鉄心42の持つ回転エネルギーが加わる結果、操作機構外部に設けられたばねを圧縮して、遮断動作が完了する。この状態では永久磁石5単独での反時計回りの回転トルクがばねの反力によるトルクを上回るように設計しており、永久磁石5単独の吸引力のみで吸着面6aを吸着し、遮断状態が維持される。なお、投入動作の場合は、投入用電磁コイル4bを励磁することにより、上記の逆の動作として実現される。

【0050】本実施の形態の効果を説明する。本実施の形態においても、双安定型、吸引力減増切り替え特性を持つ長ストロークの操作機構を実現することができる。回転鉄心42が溝42bで分断されているため、それぞれの磁路が独立し相互干渉しないため、磁極数を任意の構成できる特性を持っている。なお、本実施の形態では、遮断用と投入用とに電磁コイルを使い分ける励磁方法で説明した。この場合は、投入直後の遮断動作（いわゆるC-O動作）を実現するための制御が容易になり、高速応答の操作機構を実現することができる。また、断路器のように、高速での動作切り替えが必要でない場合には、2個のコイルを直列に接続して遮断と投入で励磁方向を逆転させる構成も可能である。

【0051】図8乃至図10には、本発明の第6の実施の形態を示す。本実施の形態以降の各実施の形態は、回転鉄心が固定鉄心に2面又は4面以上の偶数個の面で吸着して吸着力が増大するようになっている。図8の

(a), (b), (c)は磁気回路の構成を説明するための回転型操作機構の側面図、図9は図8の(a)のX₂-X₂線相当の断面図、図10は本回転型操作機構を遮断器に適用する場合の回転型操作機構と遮断器の可動軸との係合形態を示すもので、図9のY₂矢印方向からみた図である。

【0052】まず、回転型操作機構10Fの構成を説明する。図8(a)に示すように、固定鉄心51は、下部鉄心51bと上部鉄心51aとの間に2個の永久磁石5を互いに磁極が反発する向きに挟み込んで、スタッド23で締結して構成されている。その内側に回転鉄心52が固定鉄心51と2面26a, 26cで吸着されるように配置されている。回転鉄心52のシャフト3は固定鉄心51に固定された非磁性体製のフレーム24により支持されている。そして回転鉄心52を取り囲むように遮断用及び投入用の電磁コイル4a, 4bが回転鉄心51

側に固定されている。回転鉄心52は固定鉄心51により一定角度範囲のみに回転が制限されている。図9に示すように、回転鉄心52とシャフト3は一体に固定されており、固定鉄心51に固定されたフレーム24により保持されて回転可能に係合している。シャフト3の先端部分には可動体としての回転円板25が固定されており、この回転円板25を介して回転力を開閉装置に伝達する。図10に示すように、回転円板25と遮断器の可動軸13は連結ピン14で連結されている。遮断器の可動軸13は上下方向に図中に示した範囲内で運動が可能で、可動軸13側のフランジ部分13aと回転型操作機構側に固定された台座15との間にばね16が設けられており、遮断動作の終点近くでフランジ部分13aがばね16を圧縮する構成になっている。この可動軸13の上方には図示しない真空バルブが連結され、投入状態では図示しないワイプばねを圧縮して遮断器接点の投入状態を維持する。

【0053】次に、上述のように構成された回転型操作機構10Fの作用を説明する。図8(a)は、回転鉄心52が回転可能範囲の一端に吸引されている状態であり、これを遮断器の投入状態とする。この状態での磁気回路状態は図に破線で示すようになっている。左右の永久磁石5の磁極から発した磁路は、回転鉄心52を通過して2つのループを描きそれぞれの永久磁石5に帰還するようになり、2つの吸着面26a, 26cで回転鉄心52を時計回りに吸引し、前述のワイプばねをシャフト3を介して圧縮している。

【0054】図8(b)は、遮断動作開始時の状態であり、永久磁石5の磁束を打ち消す方向に遮断用電磁コイル4aを励磁する。この結果、永久磁石5による磁束が弱められて、回転鉄心52に作用する吸引トルクが低下し、ワイプばねの反力によるトルク以下になると、回転鉄心52は反時計回りに回転し始め、遮断動作を開始する。回転途中では磁気による吸引トルクは低下するが、回転鉄心52と回転円板25のフライホイール効果により、途中の摩擦力に打ち勝って回転範囲の終端に向かって回転運動が継続される。

【0055】図8(c)は、遮断動作完了直前の状態であり、この状態では回転鉄心52の回転により永久磁石5の作る磁気回路は、図8(a)で示したもののから切り替わり、回転鉄心52内を通過する磁束の方向が逆転する。一方、電磁コイル4aが回転鉄心52に作る磁束の方向は変わらない。その結果、図8(c)の状態では破線の磁束と実線の磁束が強め合う方向に作用し合い、回転範囲の終端では反時計回りの回転トルクが増加する。そして、回転鉄心52の回転エネルギーが加わる結果、シャフト3と回転円板25を介してばね16を圧縮して、遮断動作が完了する。この状態では永久磁石5単独での反時計回りの回転トルクがばね16の反力によるトルクを上回るように設計しており、永久磁石5単独での吸引

力で回転鉄心 5 2 が吸着面 2 6 b, 2 6 d で吸着され、遮断状態が維持される。なお、投入動作は、投入電磁コイル 4 b を遮断時と逆方向に励磁することにより、上記の逆の動作として実現される。

【0056】本実施の形態における上述の作用は、図 8 において固定鉄心 5 1 を吸着部位 2 6 a, 2 6 b, 2 6 c, 2 6 d で仮想的に 4 個に分割した場合、2 つの永久磁石 5 を回転鉄心 5 2 両端部の各回転範囲に対応した回転側部位 2 6 b-2 6 c 間と 2 6 d-2 6 a 間に配置すれば成立する。

【0057】本実施の形態の効果を説明する。上述した動作における回転鉄心 5 2 に作用する回転トルクの回転角の関係は、図 1 5 に示したものと同様であり、回転範囲の両側では永久磁石 5 のみの磁力で開位置あるいは閉位置が保持される双安定型になっており、かつ開位置と閉位置において 1 磁路当たり 2 面で吸着される構成であるため、従来例の場合に比べて吸着力は 2 倍になる。また、動作開始時点で永久磁石 5 の磁力を弱める方向に励磁された電磁コイル 4 a の磁束は、動作の終点近くでは逆に永久磁石 5 の磁力を強める方向に作用する吸引力減増特性を持ち、終点近くでばね 1 6 の圧縮を助ける作用をする。非常に簡単な構成ながら、この磁気特性と回転鉄心 5 2 と回転円板 2 5 のフライホイール効果とで、長ストロークの駆動が可能であり、また、動作終点近くでは、ばね 1 6 を変形させて運動エネルギーの一部を次の動作に蓄積するとともに、固定鉄心 5 1 と回転鉄心 5 2 の吸着面での衝突を緩和する。これにより、励磁電流を小さく抑制することができるとともに、固定鉄心 5 1 と回転鉄心 5 2 との衝突による部品の損傷を軽減して信頼性の高い回転型操作機構を実現することができる。

【0058】なお、本実施の形態では全ての磁路を回転平面上に構成してあるため機構全体を薄型に設計することが可能である。また図 9 に示したように、回転鉄心 5 2 あるいは固定鉄心 5 1 を珪素鋼板 1 7 を回転軸方向に積層して構成すれば、渦電流による影響が低減されてより高速応答が可能な操作機構が実現できる。また本実施の形態では電磁コイル 4 a, 4 b を回転鉄心 5 2 を取り囲むように固定鉄心 5 1 側に配置したが、回転速度が緩やかな回転型操作機構では、回転鉄心 5 2 に固定して回転させることも可能である。また回転鉄心 5 2 の慣性モーメントが十分な大きさの場合は回転円板 2 5 を単純な形状のレバーとすることも可能である。

【0059】図 1 1 の (a), (b), (c) には、本発明の第 7 の実施の形態を示す。なお、回転型操作機構全体の基本構成は前記第 6 の実施の形態と略同様であるので、本実施の形態以降では、固定鉄心、回転鉄心、永久磁石及び電磁コイルのみの構成で、磁気回路とその作用、効果を説明する。

【0060】まず、回転型操作機構 10 G の構成を説明する。図 1 1 (a) において、2 個の永久磁石 5 を磁極

が互いに反発する向きに挟み込んだ固定鉄心 6 1 が外側に配置され、内側に回転鉄心 6 2 が 2 面 2 6 a, 2 6 c で吸着されるように配置されている。また固定鉄心 6 1 の上部と下部には、それぞれ電磁コイル 4 が配置されている。

【0061】次に、上述のように構成された回転型操作機構 10 G の作用を説明する。図 1 1 (a) を投入状態とする。この状態での磁気回路状態は図に破線で示すようになっており、左右の永久磁石 5 から発した磁路は、回転鉄心 6 2 を通って 2 つのループを描きそれぞれの磁極に帰還するようになり、2 つの吸着面 2 6 a, 2 6 c で回転鉄心 6 2 を時計回りに吸引し、図示しないワイプばねをシャフト 3 を介して圧縮している。

【0062】図 1 1 (b) は、遮断動作開始時の状態であり、2 つの永久磁石 5 の磁束を打ち消す方向に電磁コイル 4 を励磁する。この結果、2 つの永久磁石 5 の作る磁束が弱められて、吸着面 2 6 a, 2 6 c での回転鉄心 6 2 に作用する吸引トルクが低下し、ワイプばねの反力によるトルク以下になると、回転鉄心 6 2 は反時計回りに回転し始め、遮断動作を開始する。回転途中では磁気による吸引トルクは低下するが、回転鉄心 6 2 と回転円板 2 5 のフライホイール効果により、途中の摩擦力に打ち勝って回転範囲の終端に向かって回転運動が継続される。

【0063】図 1 1 (c) は、遮断動作完了直前の状態であり、この状態では回転鉄心 6 2 の回転により永久磁石 5 の作る磁気回路は、図 1 1 (a) で示したもののから切り替わり、回転鉄心 6 2 内を通過する磁束の方向が逆転している。電磁コイル 4 の作る磁路も回転鉄心 6 2 の回転により切り替わるが、回転鉄心 6 2 内を通る磁束の方向は変わらない。その結果、図 1 1 (c) の状態では破線の磁束と実線の磁束が強め合う方向に作用し合い、その結果回転範囲の終端では反時計回りの回転トルクが増加する。そして、回転鉄心 6 2 の回転エネルギーが加わる結果、操作機構外部に設けられたばねを圧縮して、遮断動作が完了する。この状態では永久磁石 5 単独での反時計回りの回転トルクがばねの反力によるトルクを上回るように設計してあり、永久磁石 5 単独での吸引力で回転鉄心 6 2 が吸着面 2 6 b, 2 6 d で吸着され、遮断状態が維持される。なお、投入動作は、電磁コイル 4 に、遮断時と逆方向に励磁することにより、上記の逆の動作として実現される。

【0064】本実施の形態における上述の作用は、図 1 1 において固定鉄心 6 1 を吸着部位 2 6 a, 2 6 b, 2 6 c, 2 6 d で仮想的に 4 個に分割した場合、2 つの永久磁石 5 を回転鉄心 6 2 両端部の各回転範囲に対応した回転側部位 2 6 b-2 6 c 間と 2 6 d-2 6 a 間に配置し、2 つの電磁コイル 4 を永久磁石 5 が配置された各固定鉄心側部分以外の反回転側部位 2 6 a-2 6 b 間と 2 6 c-2 6 d 間に配置することにより成立する。

【0065】本実施の形態の効果を説明する。本実施の形態は、基本的には前記第6の実施の形態において2つの電磁コイル4を固定鉄心61周りに配置した構成であり、非常に簡単な構成ながら、1磁路当たり2面吸着で双安定型、かつ吸引力減増特性を有する長ストロークの操作機構を実現する作用と効果は基本的には第6の実施の形態と同じである。ただし、第6の実施の形態に比べて電磁コイル4を配置するスペースの自由度が大きいという利点がある。

【0066】なお、本実施の形態は、電磁コイルを投入用と遮断用とで別々に設け、使い分けることも可能である。遮断用と投入用とで別々の電磁コイルを用いると、投入直後の遮断動作（いわゆるC-O動作）を実現するための制御が容易になるため、高速応答の必要な遮断器に適した、安価で信頼性の高い操作機構を実現することができる。

【0067】図12の(a), (b), (c)には、本発明の第8の実施の形態を示す。本実施の形態は、基本的には上記第7の実施の形態の永久磁石5と電磁コイル4の配置位置を交換したものである。まず、回転型操作機構10Hの構成を説明する。図12(a)において、2個の永久磁石5を磁極が互いに反発する向きに上下位置に挟み込んだ固定鉄心71が外側に配置され、内側に回転鉄心72が2面26a, 26cで吸着されるように配置されている。また左右の固定鉄心71周りに電磁コイル4が配置されている。

【0068】次に、上述のように構成された回転型操作機構10Hの作用を説明する。図12(a)を投入状態とする。この状態での磁気回路状態は図に破線で示すようになっており、上下の永久磁石5から発した磁路は、回転鉄心72を通して2つのループを描きそれぞれの磁極に帰還するようになり、吸着面26a, 26cで回転鉄心72を時計回りに吸引し、図示しないワイプばねをシャフト3を介して圧縮している。

【0069】図12(b)は、遮断動作開始時の状態であり、永久磁石5の磁束を打ち消す方向に左右の電磁コイル4を励磁する。この結果、永久磁石5の作る磁束が弱められて、吸着面26a, 26cでの回転鉄心72に作用する吸引トルクが低下し、ワイプばねの反力によるトルク以下になると、回転鉄心72は反時計回りに回転し始め、遮断動作を開始する。回転途中では磁気による吸引トルクは低下するが、回転鉄心72と回転円板25のフライホイール効果により、途中の摩擦力に打ち勝って回転範囲の終端に向かって回転運動が継続される。

【0070】図12(c)は、遮断動作完了直前の状態であり、この状態では回転鉄心72の回転により磁気回路は、図12(a)で示したものの切り替わるが、回転鉄心72内を通過する永久磁石5の作る磁束の方向は変わらない。一方、電磁コイル4の作る磁路は回転鉄心72の回転により切り替わり、回転鉄心72内を通る磁

束の方向は逆転する。その結果、図12(c)の状態では破線の磁束と実線の磁束が強め合う方向に作用し合い、回転範囲の終端では反時計回りの回転トルクが増加する。そして、回転鉄心72の回転エネルギーが加わる結果、操作機構外部に設けられたばねを圧縮して、遮断動作が完了する。この状態では永久磁石5単独での反時計回りの回転トルクがばねの反力によるトルクを上回るように設計してあり、永久磁石5単独での吸引力で回転鉄心72が吸着面26b, 26dで吸着され、遮断状態が維持される。なお、投入動作は、電磁コイル4に、遮断時と逆方向に励磁することにより、上記の逆の動作として実現される。

【0071】本実施の形態における上述の作用は、図12において、固定鉄心71を吸着部位26a, 26b, 26c, 26dで仮想的に4個に分割した場合、2つの電磁コイル4を回転鉄心72両端部の各回転範囲に対応した回転側部位26b-26c間と26d-26a間に配置し、2つの永久磁石5を電磁コイル4が配置された各固定鉄心側部分以外の反回転側部位26a-26b間と26c-26d間に配置することにより成立する。

【0072】本実施の形態の効果を説明する。本実施の形態は、前述したように基本的には前記第7の実施の形態の永久磁石5と電磁コイル4の配置位置を交換した構成であり、非常に簡単な構成ながら、2面吸着で双安定型、かつ吸引力減増特性を有する長ストロークの操作機構を実現する作用と効果は基本的には第7の実施の形態と同じであるが、本実施の形態は回転角度の大きな場合に適している。回転鉄心72の回転範囲が大きくなると、反回転側の距離26a-26b, 26c-26d間が小さくなり、この部分に電磁コイル4を配置することが困難になる。一般に永久磁石の厚さは10~20mm程度であるため、本実施の形態では反回転側に永久磁石5を配置し、回転側に電磁コイル4を配置する構成であるため、回転角度の大きい操作機構を提供できる。

【0073】図13の(a), (b), (c)には、本発明の第9の実施の形態を示す。本実施の形態は、前記第6の実施の形態の磁極数を増加させたものである。まず、回転型操作機構10Iの構成を説明する。図13

(a)において、4本の腕部を持つ回転鉄心82が回転型操作機構10Iの中心部に配置され、その外側には4箇所の突起部81aを有する円環状の固定鉄心81が配置されている。回転鉄心82は回転範囲の両端のそれぞれにおいて固定鉄心81に4面26b, 26d, 26f, 26hで吸着される配置になっている。いま、図示のように、合計8箇所の吸着部位をそれぞれ26a~26hとし、固定鉄心81を26a~26hで仮想的に8個に分割すると、回転鉄心82の各腕部の回転範囲に対応した回転側部位26a-26b, 26c-26d, 26e-26f, 26g-26h間に永久磁石5がそれぞれ磁極が反発する向きに配置されている。また回転鉄心

82の4本の腕部の周りには遮断用電磁コイル4aと投入用電磁コイル4bが2個ずつそれぞれ対向して取付けられている。

【0074】次に、上述のように構成された回転型操作機構101の作用を説明する。図13(a)を投入状態とすると、回転鉄心81に配置された永久磁石5の磁極が互いに反発するように配置されているため、永久磁石5の作る磁路は、図示したように回転鉄心82の腕部を通して帰還する4個のループを形成し、回転鉄心82は4面26b, 26d, 26f, 26hで時計回りに吸引されている。次に図13(b)に示すように、回転鉄心82の腕部分を図示した磁極となる方向に遮断用電磁コイル4aを対向するように励磁すると、遮断用電磁コイル4aによる磁路は、実線で記した方向に回る磁気回路を構成し、回転鉄心82の4本の腕部分の永久磁石5の磁束を弱める方向に作用する。この結果、吸着面での回転鉄心82に作用する吸引トルクが低下し、ワイプばねの反力によるトルク以下になると、回転鉄心82は反時計回りに回転し始め、遮断動作を開始する。回転途中では磁気による吸引トルクは低下するが、回転鉄心82のフライホイール効果により、途中の摩擦力に打ち勝って回転範囲の終端に向かって回転運動が継続される。

【0075】図13(c)は、遮断動作完了直前の状態であり、この状態では回転鉄心82の回転により永久磁石5の作る磁気回路は、図13(a)で示したものの切り替わり、回転鉄心82の腕を通る磁束の方向が逆転する。一方、回転鉄心82の腕部分の遮断用電磁コイル4aの作る磁気回路の方向は回転により不変であるから、図13(c)の状態では破線の磁束と実線の磁束が強め合う方向に作用し合う。その結果、回転範囲の終端では反時計回りの回転トルクが増加する。そして、回転鉄心82の持つ回転エネルギーが加わる結果、操作機構外部に設けられたばねを圧縮して、遮断動作が完了する。この状態では永久磁石5単独での反時計回りの回転トルクがばねの反力によるトルクを上回るように設計しており、回転鉄心82は吸着面26a, 26c, 26e, 26gで反時計回りに吸引され、遮断用電磁コイル4aへの励磁を中断しても遮断状態が維持される。なお、投入動作は、投入用電磁コイル4bに励磁することにより、上記の逆の動作として実現される。

【0076】本実施の形態の効果を説明する。本実施の形態は、基本的には前記第6の実施の形態の磁極数を4とした構成であり、より一般的には磁極数が偶数個であれば成立し、1磁路当たり2面吸着で、双安定型、吸引力減増特性を有する長ストロークの操作機構を実現することができる。本実施の形態のように磁極数を4以上とする構成は、回転角が小さく大容量の回転トルクが必要な場合に適しており、小容量の安価な永久磁石を多数配置して製造できるために、操作機構全体を安価に製造できる。なお、本実施の形態と構成を逆にして、内側を固

定し、外側を回転させても同様な効果が得られる。

【0077】なお、本実施の形態は、磁極数を偶数個とした構成において、永久磁石5は回転鉄心82の各腕部の回転範囲に対応した各固定鉄心側部分にそれぞれ配置し、電磁コイル4は回転鉄心82の各腕部周りにそれぞれ配置したが、磁極数を偶数個とした構成においても、永久磁石と電磁コイルの配置態様は、前記第7の実施の形態又は第8の実施の形態に相当する構成をとることもできる。即ち、永久磁石は回転鉄心における各腕部の回転範囲に対応した各固定鉄心側部分にそれぞれ配置し、電磁コイルは各永久磁石が配置された各固定鉄心側部分以外の各固定鉄心部分周りにそれぞれ配置する(第7の実施の形態に対応)。電磁コイルは回転鉄心における各腕部の回転範囲に対応した各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置し、永久磁石は各電磁コイルが配置された各固定鉄心部分以外の各固定鉄心側部分にそれぞれ配置する(第8の実施の形態に対応)。そして、このような各構成をとることで、上述した本実施の形態の作用、効果にさらに、第7の実施の形態又は第8の実施の形態の作用、効果を付加させることができる。

【0078】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明によれば、固定鉄心と、この固定鉄心に対し開閉器の開、閉に対応した両端位置間の一定範囲のみに回転が制限された回転鉄心と、この回転鉄心の前記両端位置への回転でばね力が蓄積される各ばね手段と、前記回転鉄心が前記両端の各位置まで回転したとき前記固定鉄心及び回転鉄心を通る閉磁路を形成し前記ばね手段のばね力を超える吸引力により前記回転鉄心の前記両端の各位置に保持する永久磁石と、励磁により前記回転鉄心が前記両端のうちの何れか一端位置に保持されているときには前記永久磁石の磁路と逆方向の磁路を形成して前記永久磁石による吸引力を前記ばね手段のばね力以下に弱め、前記回転鉄心が他端位置に回転したときには前記永久磁石の磁路と同方向の磁路を形成する電磁コイルとを具備させたため、回転鉄心の両端位置への回転を開閉器の開、閉に対応させることで、回転運動で接点の開、閉を行う断路器等にも適用可能で応用範囲の広い操作機構となる。この両端位置では、永久磁石の吸引力のみで開位置あるいは閉位置が保持されて双安定型特性を得ることができる。ばね手段により、動作終端での回転鉄心と固定鉄心との衝突を避けることができ信頼性を高めることができる。ばね手段に蓄積されたばね力が次の回転起動時の駆動力として利用され、電磁コイルは永久磁石による吸引力をばね手段のばね力以下に弱めればよいので、励磁電流が小さくて済み省電力型の操作機構となる。この電磁コイルによる永久磁石の吸引力減増特性と回転鉄心のフライホイール効果とで長ストロークの開、閉操作を行うことができる操作機構を実現することができる。

【0079】請求項2記載の発明によれば、前記固定鉄

心は、各頂点部に前記永久磁石により相隣る同士間で極性が反転する磁極が形成された偶数個の腕部と前記電磁コイルが巻回された偶数個の腕部とを交互に放射状に形成し、前記回転鉄心は、前記固定鉄心の外周部に略環状に形成したため、上記請求項 1 記載の発明と略同様な効果に加えて、さらに回転角が小さく大容量の回転トルクが必要な開閉器に好適な操作機構を得ることができる。

【0080】請求項 3 記載の発明によれば、前記固定鉄心は略十字型に形成し、前記回転鉄心は前記固定鉄心の外周部に略環状に形成し、前記略十字型の固定鉄心における対向する腕部の各頂点部に前記永久磁石による磁極をそれぞれ反対称に形成し、他の対向する各腕部周りに前記電磁コイルをそれぞれ配置したため、上記請求項 1 記載の発明と略同様な効果に加えて、さらに全体としてコンパクトで単純な構成の操作機構を実現することができる。

【0081】請求項 4 記載の発明によれば、前記回転鉄心は略十字型に形成し、前記固定鉄心は前記回転鉄心の外周部に略環状に形成し、前記略十字型の回転鉄心における対向する腕部の各頂点部に対応した前記固定鉄心側に前記永久磁石による磁極をそれぞれ反対称に形成し、他の対向する各腕部の周囲部に前記電磁コイルをそれぞれ配置したため、上記請求項 3 記載の発明と略同様な効果がある。

【0082】請求項 5 記載の発明によれば、前記電磁コイルは、前記開閉器の開路用と閉路用とに対応した各別の電磁コイルとしたため、高速応答が可能な操作機構を実現することができる。

【0083】請求項 6 記載の発明によれば、前記固定鉄心は、中央部に前記永久磁石による磁極を持ち、その両側部に前記電磁コイルを設けた鉄心単位を円周状に配置して構成し、前記回転鉄心は、前記固定鉄心の内側に配置したため、上記請求項 1 記載の発明と略同様な効果に加えて、さらに固定鉄心の両側部に設けた電磁コイルを開閉器の遮断用と投入用との使い分けすることで、高速応答が可能な操作機構を実現することができる。

【0084】請求項 7 記載の発明によれば、前記回転鉄心は、その一端部と他端部が前記一定範囲を回転して前記固定鉄心に 2 面で吸着され、前記永久磁石は前記回転鉄心における一端部及び他端部の各回転範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記回転鉄心周りに配置したため、上記請求項 1 記載の発明と略同様な効果に加えて、さらに回転鉄心が、その回転両端位置において固定鉄心に 2 面で吸着されることで吸着力が倍になり、大きな保持力が得られて大容量の操作機構を実現することができる。

【0085】請求項 8 記載の発明によれば、前記回転鉄心は、その一端部と他端部が前記一定範囲を回転して前記固定鉄心に 2 面で吸着され、前記永久磁石は前記回転

鉄心における一端部及び他端部の各回転範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記各永久磁石が配置された各固定鉄心側部分以外の各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置したため、上記請求項 7 記載の発明と略同様な効果に加えて、さらに電磁コイルの配置スペースの自由度を大きくすることができる。

【0086】請求項 9 記載の発明によれば、前記回転鉄心は、その一端部と他端部が前記一定範囲を回転して前記固定鉄心に 2 面で吸着され、前記電磁コイルは前記回転鉄心における一端部及び他端部の各回転範囲に対応した各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置し、前記永久磁石は前記各電磁コイルが配置された各固定鉄心部分以外の各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置したため、上記請求項 7 記載の発明と略同様な効果に加えて、さらに一般に小形な永久磁石を、回転鉄心の回転範囲以外の固定鉄心側部分に配置することで回転角度の大きな操作機構を実現することができる。

【0087】請求項 10 記載の発明によれば、前記回転鉄心は偶数個の腕部を有し、この各腕部が前記一定範囲を回転して前記固定鉄心に偶数個の面で吸着され、前記永久磁石は前記回転鉄心における各腕部の回転範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記回転鉄心における各腕部周りに配置したため、上記請求項 7 記載の発明と略同様な効果に加えて、さらに回転角が小さく大容量の回転トルクが必要な開閉器に好適な操作機構を得ることができる。

【0088】請求項 11 記載の発明によれば、前記回転鉄心は偶数個の腕部を有し、この各腕部が前記一定範囲を回転して前記固定鉄心に偶数個の面で吸着され、前記永久磁石は前記回転鉄心における各腕部の回転範囲に対応した各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置し、前記電磁コイルは前記各永久磁石が配置された各固定鉄心側部分以外の各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置したため、上記請求項 10 記載の発明と略同様な効果に加えて、さらに電磁コイルの配置スペースの自由度を大きくすることができる。

【0089】請求項 12 記載の発明によれば、前記回転鉄心は偶数個の腕部を有し、この各腕部が前記一定範囲を回転して前記固定鉄心に偶数個の面で吸着され、前記電磁コイルは前記回転鉄心における各腕部の回転範囲に対応した各固定鉄心部分の周りにそれぞれ配置し、前記永久磁石は前記各電磁コイルが配置された各固定鉄心部分以外の各固定鉄心側部分に互いに磁極が反発する向きにそれぞれ配置したため、上記請求項 10 記載の発明と略同様な効果に加えて、さらに一般に小形な永久磁石を、回転鉄心の回転範囲以外の固定鉄心側部分に配置することで回転角度の大きな操作機構を実現することができる。

【0090】請求項13記載の発明によれば、前記永久磁石及び電磁コイルによる各磁路は、前記回転鉄心の回転平面上に形成したため、操作機構全体として薄型に設計することができる。

【0091】請求項14記載の発明によれば、前記回転鉄心と一体で回転する可動体を設けたため、最適の磁路構成となることを優先して設計される回転鉄心だけでは慣性モーメントが不足する場合でも、十分な慣性モーメントで摩擦力に打ち勝つフライホイール効果が得られて長ストロークの開、閉操作を行うことができる操作機構を確実に実現することができる。

【0092】請求項15記載の発明によれば、前記固定鉄心あるいは回転鉄心の少なくとも何れか一方は、珪素鋼板を当該回転鉄心の回転軸方向に積層して構成したため、渦電流による影響が低減して、より高速応答が可能となる。

【0093】請求項16記載の発明によれば、珪素鋼板を前記回転鉄心の回転軸方向に積層して構成した前記固定鉄心あるいは回転鉄心と前記電磁コイルとを一体に樹脂モールドして構成したため、電磁コイル自体が回転する構成にしても損傷のおそれがなく、高信頼性でコンパクトな操作機構を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態である開閉器の回転型操作機構のケーシングを取り外した状態の側面図である。

【図2】ケーシングを含めた図1(a)のX₁-X₁線相当の断面図である。

【図3】上記第1の実施の形態を遮断器に適用する場合の遮断器の可動軸との係合形態を示すもので図2のY₁矢印方向からみた図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態のケーシングを取り外した状態の側面図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態のケーシングを取り外した状態の側面図である。

【図6】本発明の第4の実施の形態のケーシングを取り外した状態の側面図である。

【図7】本発明の第5の実施の形態のケーシングを取り外した状態の側面図である。

【図8】本発明の第6の実施の形態の構成を示す側面図である。

【図9】図8(a)のX₂-X₂線相当の断面図である。

【図10】上記第6の実施の形態を遮断器に適用する場合の遮断器の可動軸との係合形態を示すもので図2のY₂矢印方向からみた図である。

【図11】本発明の第7の実施の形態の構成を示す側面図である。

【図12】本発明の第8の実施の形態の構成を示す側面図である。

【図13】本発明の第9の実施の形態の構成を示す側面図である。

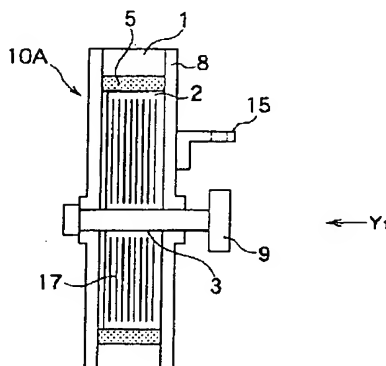
【図14】従来の開閉器の操作機構の動作説明のための縦断面図である。

【図15】上記従来例におけるストロークと吸引力の関係を示す特性図である。

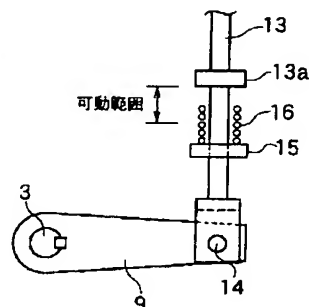
【符号の説明】

- 1, 11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 71 固定鉄心
- 2, 12, 22, 32, 42, 52, 62, 72, 82 回転鉄心
- 4, 4a, 4b 電磁コイル
- 5 永久磁石
- 6a, 6b, 26a~26h 吸着面
- 11a, 22a, 31a 腕部
- 16 ばね (ばね手段)
- 17 珪素鋼板
- 25 回転円板 (可動体)
- 41A, 41B 鉄心単位
- 89 ワイプばね (ばね手段)

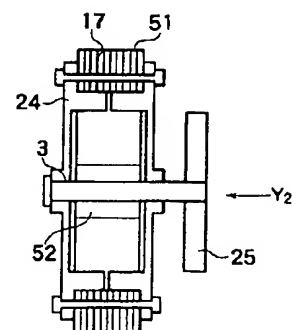
【図2】



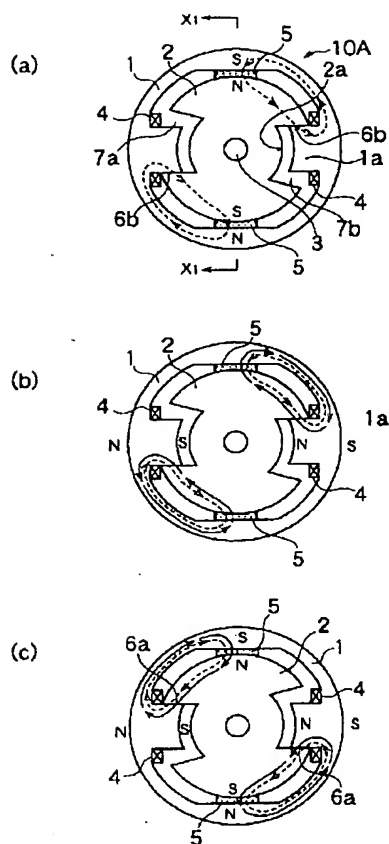
【図3】



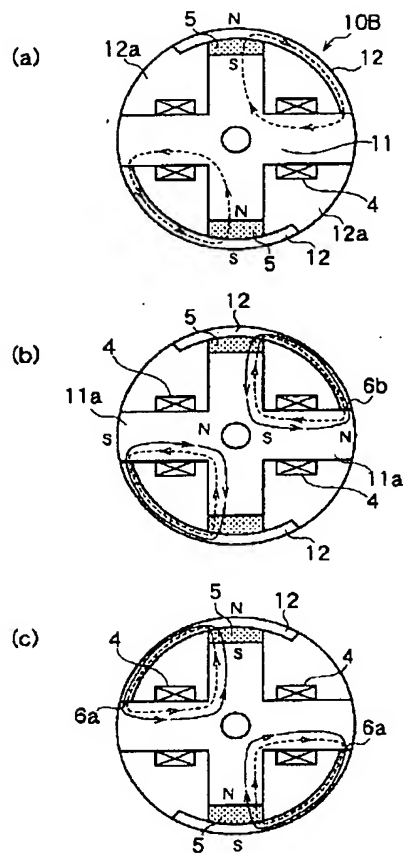
【図9】



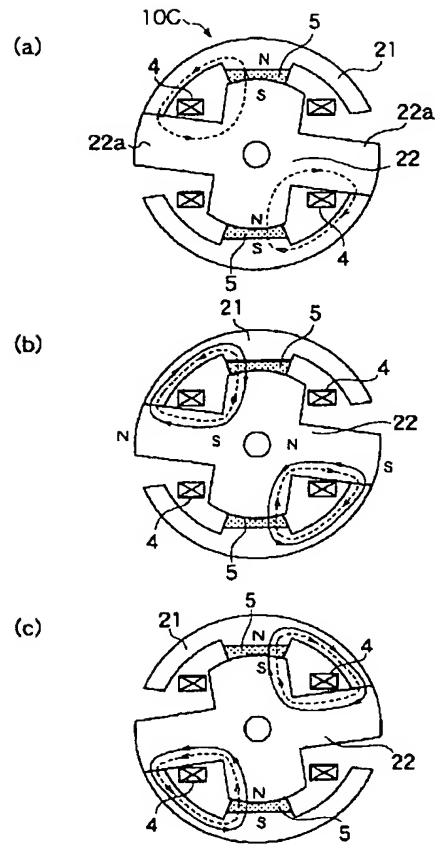
【図 1】



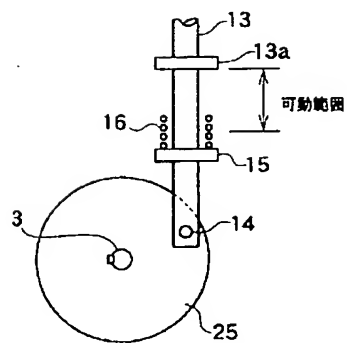
【図 4】



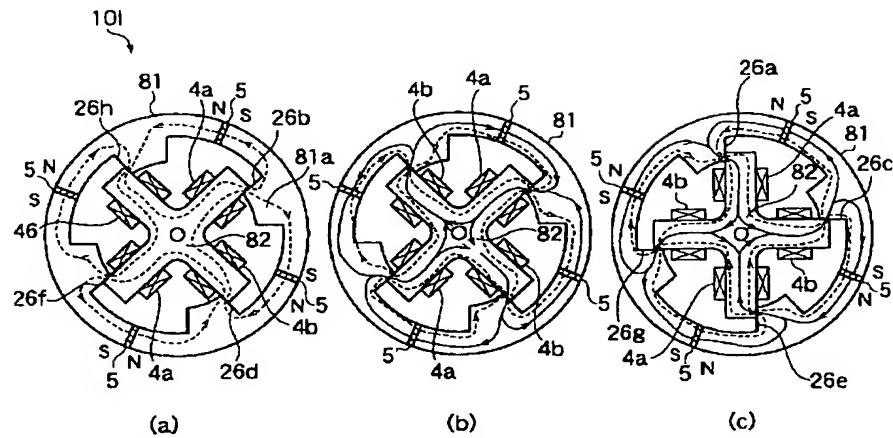
【図 5】



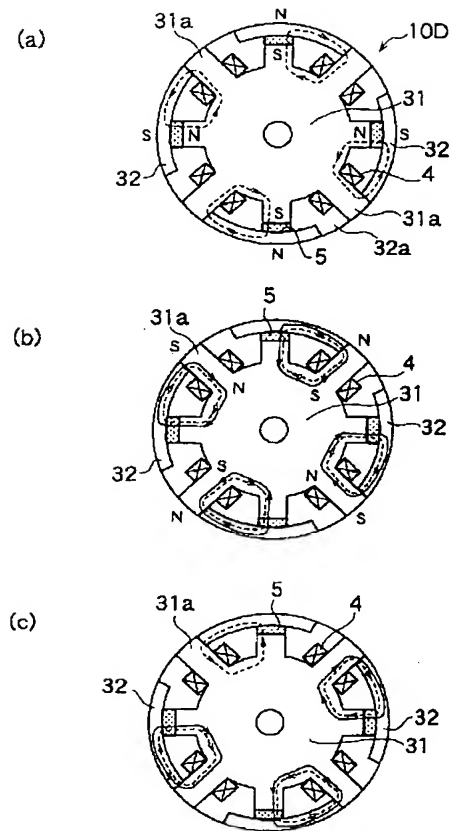
【図 10】



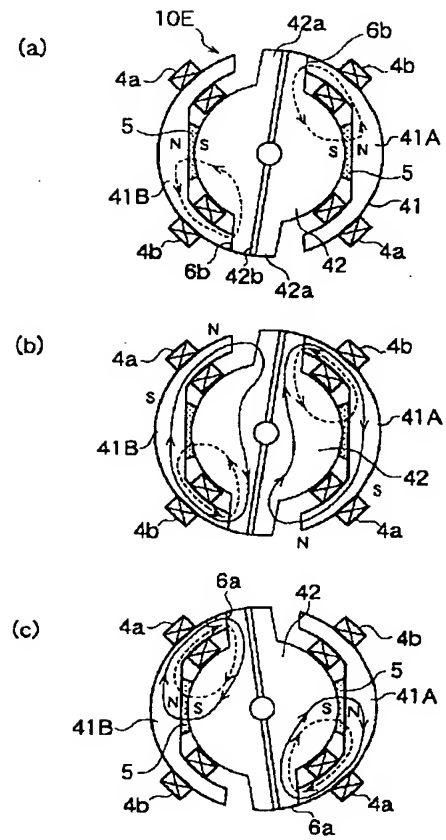
【図 13】



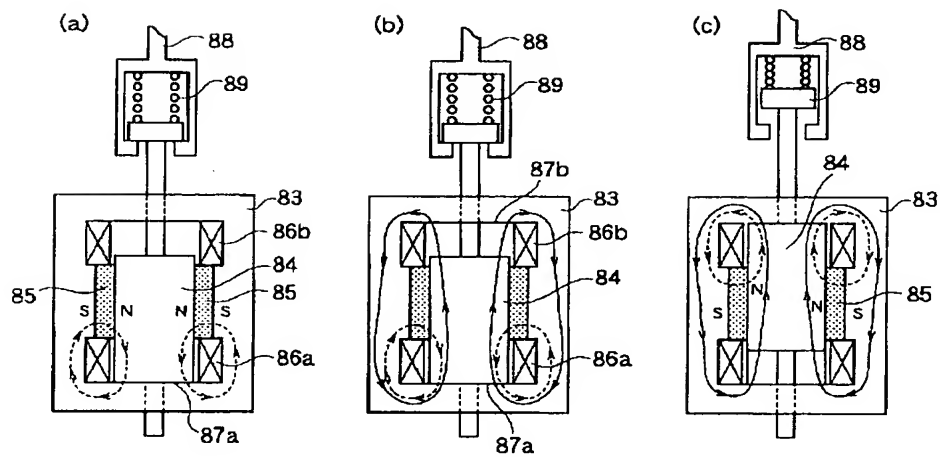
【図 6】



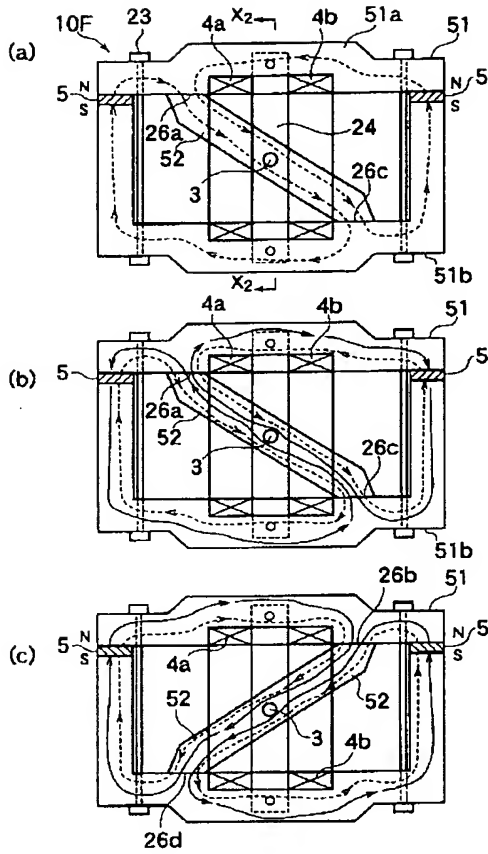
【図 7】



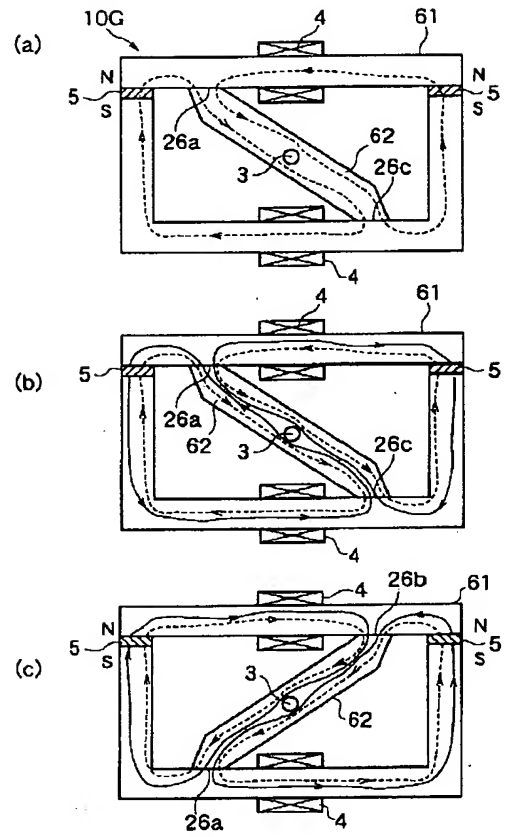
【図 14】



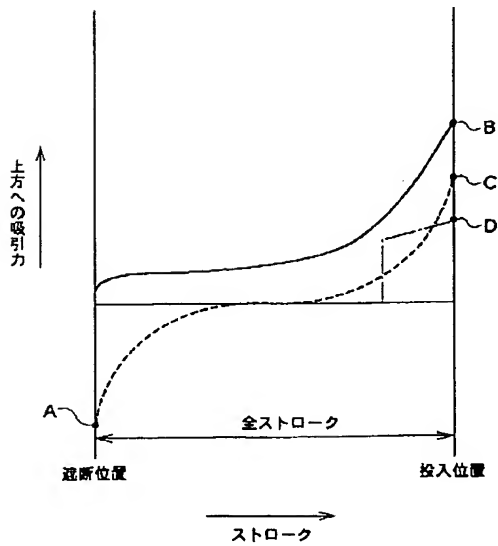
【図 8】



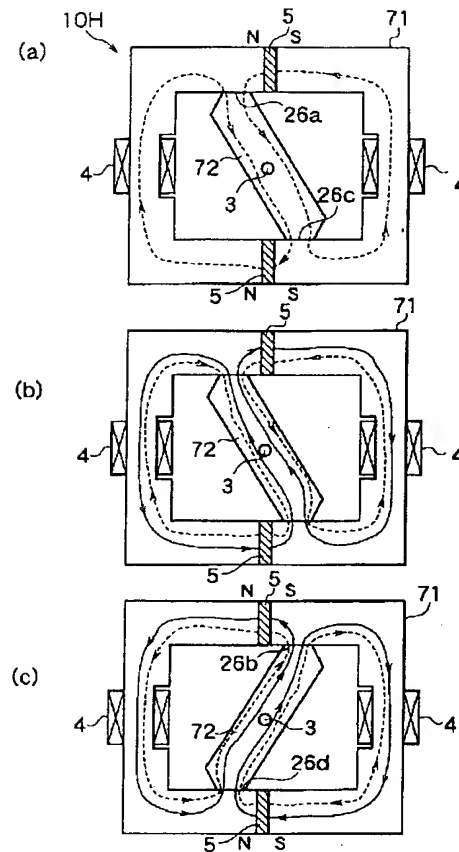
【図 11】



【図 15】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 利春
東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝
府中工場内

(72)発明者 石川 佳延
東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝
府中工場内

(72)発明者 村上 伸
東京都府中市東芝町 1 番地 株式会社東芝
府中工場内

(72)発明者 徳増 正
神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地
株式会社東芝京浜事業所内

F ターム (参考) 5E048 AB04 AC05 AD11 BA01 CB01
5G028 AA05 AA11

Docket # 2002P18291
Applic. # 10/537,576
Applicant: Böttcher et al.
Lerner Greenberg Steiner LLP
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101